



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA
ELÉCTRICA**

**“Diseño de un sistema híbrido de energía renovable eólico
fotovoltaico para satisfacer la demanda eléctrica del centro
poblado Piedra Loza ubicado en el distrito de Salas provincia de
Lambayeque en el departamento de Lambayeque”**

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA**

AUTOR:

Br. Navarro Quintana, José Franco (ORCID: 0000-0002-2995-9317)

ASESOR:

Dr. Salazar Mendoza, Aníbal Jesús (ORCID: 0000-0003-4412-8789)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Generación, Transmisión y Distribución

CHICLAYO – PERÚ

2020

Dedicatoria

Este trabajo va dedicado a todas esas personas con ganas de salir Adelante a pesar de lo difícil que se pone la situación a veces. Porque para poder llegar a obtener algo se necesita de mucho sacrificio y dedicación. Aquellos jóvenes luchadores que trabajan y estudian a la vez, para que cumplan su sueño de superación y no se den por vencidos.

José Franco Navarro Quintana

Agradecimiento

Agradezco a Dios antes de todo porque Él es quien nos da la vida y la salud para poder mantenernos firmes en nuestra lucha por nuestros objetivos.

Un agradecimiento inmenso a mi familia porque siempre estuvieron de una u otra forma, dándome ánimos para poder culminar mi carrera.

Un cordial agradecimiento a esos buenos amigos que me dieron su apoyo cuando más lo necesitaba.

Y le agradezco infinitamente a mi pareja porque cuando quise desmayar ella estuvo ahí ofreciéndome su brazo firme para seguir con mi objetivo.

José Franco Navarro Quintana

Índice

Dedicatoria.....	ii
Agradecimiento	iii
Índice.....	iv
Resumen	vii
Abstract.....	viii
I. Introducción.....	1
II. Método.....	15
2.1. Diseño de investigación.....	15
2.2. Variables	15
2.3. Población y muestra.....	18
2.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad.....	18
2.5. Métodos de análisis de datos	19
2.6. Aspectos éticos	19
III. Resultados	20
3.1. Demanda de energía en Centro Poblado Piedra Loza	20
3.2. Cálculos para Puntos de iluminación y su consumo.....	20
3.3. Estudio de los recursos eólico y solar del centro poblado Piedra Loza.....	22
3.4. Dimensionamiento del SHEFV.....	30
IV. Discusión	45
V. Conclusiones.....	46
VI. Recomendaciones.....	47
Referencias.....	48
Anexos.....	53

Índice de Tablas

Tabla 1: Coeficiente de rugosidad.....	8
Tabla 2: Operacionalización de Variables	16
Tabla 3: Técnicas e Instrumentos de investigación	18
Tabla 4: Tasa de Crecimiento Poblacional Provincia de Lambayeque	21
Tabla 5: Pronóstico de energía diaria durante 20 años continuos.....	21
Tabla 6: Frecuencia de velocidad de Viento Mes de Junio.....	25
Tabla 7: Frecuencia Relativa Acumulada de Velocidad de Viento.....	26
Tabla 8: Datos para la Regresión Lineal	27
Tabla 9: Probabilidad de horas de velocidad de viento en el mes de Junio	29
Tabla 10: Energía Brindada por ENAIR E70 PRO mes junio	31
Tabla 11: Balance Energético en el Mes Crítico Junio	33
Tabla 12: Balance energético en el Mes con Mayor viento Noviembre	33
Tabla 13: Características Eléctricas Panel ERA SOLAR 320W.....	34
Tabla 14: Caída de Tensión Permitida por Tramos en Instalación Fotovoltaica	41
Tabla 15: Datos técnicos Conductor NYY Dúplex	42
Tabla 16: Presupuesto Para Suministros de Materiales del SHEFV	43
Tabla 17: Costo Directos del SHEFV	44

Índice de Figuras

Figura 1: Radiación Solar Piedra Loza	23
Figura 2: Velocidad de Viento a 100m	24
Figura 3: Velocidad de Viento Promedio Mensual año 2018	25
Figura 4: Velocidad vs Frecuencia Relativa Acumulada.....	26
Figura 5: Reajuste Lineal	28
Figura 6: Distribución de Weibull.....	29
Figura 7: ENAIR E70 PRO	30
Figura 8: Curva de Potencia ENAIR E70 PRO 5kW	31
Figura 9: Controlador Fotovoltaico MPPT Victron 150V 100 A.....	37
Figura 10: Batería Rolls 12CS11P 503 Ah	39
Figura 11: Inversor Must Solar 6kW	40

Resumen

El objetivo principal de esta tesis es utilizar como recursos para generar electricidad para el centro poblado Piedra Loza ubicado en el distrito de Salas provincia de Lambayeque departamento de Lambayeque al viento y al sol ya que son fuentes inagotables de energía, con el fin de solucionar el problema de falta de energía eléctrica en el centro poblado.

Luego de realizar una serie de cálculos obtuvimos que la energía promedio diaria proyectada para el centro poblado Piedra Loza es de 20068 KWh/día para 28 viviendas, un local comunal y un centro educativo inicial.

La máxima demanda calculada es de 9290 kW. Los datos de viento obtenidos fueron recolectados de la estación meteorológica automática de Lambayeque para los meses de junio y noviembre, meses de menos y mayor velocidad de viento promedio respectivamente, con cuyos datos se realizó el estudio probabilístico de WEIBULL para poder determinar la frecuencia de las velocidades de viento y calcular así la energía entregada por el aerogenerador.

Con respecto a la radiación solar promedio se ha tomado en cuenta el Atlas Solar del Perú donde para el departamento de Lambayeque se tiene como valor crítico de 5 kWh/ m²/día como también consultamos el software Meteonorm que funciona colocando las coordenadas geográficas del lugar arrojando así el valor crítico de 4.72 kWh/ m²/día.

Después de realizar toda una serie de cálculos podemos determinar los diferentes componentes de nuestro sistema de generación los cuales son: 01 generador eólico modelo ENAIR E70 PRO de 5kW, 16 paneles solares modelo ERA SOLAR de 320 Wp, 16 baterías modelo RITAR de 503 Ah, 02 controladores modelo MPPT modelo VICTRON 150V 100A y 02 inversores modelo Must Solar de 6kW.

El costo total de nuestro SHEFV es de S/. 194,871.10

Palabras clave: Inversor, fotovoltaico, energías renovables, contaminación cero.

Abstract

The main objective of this thesis is to use as resources to generate electricity for the population center Piedra Loza located in the district of Salas province of Lambayeque department of Lambayeque to the wind and the sun since they are inexhaustible sources of energy, with the purpose of processing the problem of lack of electricity in the populated center. After carrying out a series of calculations, we obtained that the average daily energy projected for the Piedra Loza population center is 20068 KWh / day for 28 homes, a community location and an initial educational center. The maximum demand calculated is 9290 kW. The wind data were collected from the automatic weather station of Lambayeque for the months of June and November, months of less and higher average wind speed respectively, with our data being the probabilistic study of WEIBULL to determine the frequency of the speeds of wind and calculate the energy delivered by the wind turbine. Regarding the average solar radiation, the Solar Atlas of Peru has been taken into account, where the department of Lambayeque has a critical value of 5 kWh / m² / day, as well as consulting the Meteonorm software that works by placing the geographical coordinates of the place, thus throwing the critical value of 4.72 kWh / m² / day. After carrying out a whole series of calculations we can determine the different components of our generation system which are: 01 wind generator ENAIR E70 PRO model of 5kW, 16 solar panels model ERA SOLAR of 320 Wp, 16 batteries RITAR model of 503 Ah, 02 controllers model MPPT model VICTRON 150V 100A and 02 inverters model Must Solar of 6kW. The total cost of our SHEFV is S /. 194,871.10

Keywords: Inverter, photovoltaic, renewable energy, zero pollution.

I. Introducción

1.1 Realidad problemática

1.1.1. Internacional

“Analizando la realidad de las energías renovables podemos comparar los variados modelos de procesos de difusión para poder comprender el papel de la coerción, la competencia y el aprendizaje. Yendo más allá de las líneas del análisis natural he individual de las diferentes políticas. La adopción inicial de políticas de energía renovable está impulsada principalmente por el poder coercitivo de la UE, la presión de la competencia por parte de pares económicos y el aprendizaje de políticas de las organizaciones intergubernamentales, mientras que la evolución política posterior está más influenciada por la coerción de la UE y la emulación regional. Por lo tanto, especificamos los mecanismos causales de la convergencia y coalescencia de la política energética de la UE” (Zhou, et al, 2019, p. 2).

La ampliación y desarrollo en toda su plenitud con respecto a la energía solar, se está considerando como una solución clave ya que a nivel mundial se ha hecho indispensable su uso. La parte tecnológica, netamente enfocándonos en la solar, se viene desmereciendo ya que se dice que viene en un grado bajo las células solares, así como los problemas económicos, el sistema BOS, entre otros. Los méritos y deméritos de las tecnologías de energía solar se discuten en este artículo. Una serie de problemas técnicos que afectan también se destacan las investigaciones sobre energías renovables, junto con interacciones beneficiosas entre las políticas de regulación, marcos y sus perspectivas de futuro. “Para ayudar a abrir nuevas rutas con respecto a la investigación de energía solar y prácticas, se discute una hoja de ruta futura para el campo de la investigación solar” (Kabir, et al, p. 894).

“La problemática que aborda este trabajo de investigación muestra el escenario actual del sector energético en el mundo y en específico en México, el cual propone cambiar el piloto alimenticio de energía presente apoyado en la producción de energía a partir de combustibles fósiles por un modelo energético cimentado en las

energías renovables. Esta investigación hace referencia a datos estadísticos mundiales, de la OCDE, y de México, ya que debemos partir de una tendencia general a particular, aunado que nuestro estudio de caso es específicamente en México” (Domínguez, 2016, p.2).

La innovación en la tecnología y las diferentes ideas han sido a lo largo del tiempo una pieza fundamental para el crecimiento de las diferentes industrias, con el transcurrir del tiempo la población ha aumentado, así como también la necesidad de poder generar energía eléctrica. Por tal razón, el emporio se ha visto en la necesidad de inventar energía de forma eléctrica a partir de principios reparables con la finalidad de disminuir la manifestación de vapores que impurifiquen el medio que nos rodea (Amezquita, 2019, p.17).

El crecimiento de las energías renovables en los países asiáticos ha sido demasiado limitado pese a la diversidad. Es necesario aclarar que la principal barrera para la expansión de la generación de energías eléctrica en base a energías renovables es la escasa inversión ya que estas inversiones son un tanto inseguras y lentas para recuperarlas en cuanto a lo económico. Es tanto posible como también necesario derrumbar barreras al crecimiento de las energías renovables en el continente asiático (Peimani, 2019, p.1).

Para poder colaborar con el crecimiento de las energías renovables con un horizonte territorial, se ha decidido instituir métodos con un tiempo acorde a lo planteado, dirigidos teniendo en cuenta una organización favorable, con base a energías renovables autóctonas. Las ciudades, o países que cuentan con mayor tecnología, o con tecnología de punta, pueden ayudar a complementar la idea propuesta, apuntando hacia una época post petróleo o tecno solar (Páez, 2010, p.7227).

1.1.2. Nacional

Al mencionar la palabra energía, se viene a la mente muchas cosas, y una de ella es el aumento de su demanda, debemos generar un cambio radical con respecto al principio, a su origen. Actualmente se puede apreciar que a través de esta demanda, se ha podido dar en aumento la contaminación ambiental, dicho sea de

pasa nos destruimos lentamente y de una manera que ignoran la gran mayoría de personas. A través del ahorro de energía podemos contribuir con ayudar a disminuir la contaminación ambiental, pero debemos de mantener nuestra realidad, y esta es, que solo ahorrando de vez en cuando o cuando se puede, no vamos a acabar o a erradicar dicha problemática, sin embargo, las energías renovables pueden ser una de las opciones. La actual forma de utilización de energía se puede decir que tiene sus reservas en proceso de extinción en un futuro no muy largo, al menos se tiene que tener en cuenta primordialmente que el uso de las energías renovables, son o se puede decir que es la mejor opción, ya que se considera que es inagotable. En el siglo pasado, para ser exactos en los años setenta, se decía aquí en nuestro país que, por el agotamiento de la energía y la llamada crisis de petróleo, debía de orientarnos a utilizar otro tipo de arranque. En distintos lugares del país, se vio orientado a realizar estudios favorables para toda la población, se utilizó el famoso bombeo con los molinos, en la parte agrícola los secadores, y los solares que se realizaban con el agua. Si se arriesga con la toma de decisiones con respecto a la energía solar, se pondrán en marcha ideas que se han ido complementando y fortaleciendo con respecto al tema abordado, donde su primera sustentación es la gran importancia de la energía en pleno (Lagos Gómez, 2015, p. 1).

La región San Martín nos muestra su total interés para con la sociedad y la mejora del medio ambiente, ya que se encuentra poniendo en marcha muchas propuestas que nos abren paso, para así tener en claro punto por punto e identificar los lugares donde se pueden aplicar todos los proyectos ya definidos y aprobados, se debe de resaltar que cuentan con lugares cercanos donde no se ha distribuido la energía eléctrica, por lo tanto se piensa enfocar el uso de los nuevos servicios brindados por estos ideales, donde se auguran excelentes resultados (Energías Renovables, 2013, p.13).

1.1.3. Local

Piedra Loza se ubica en la jurisdicción de Salas, provincia de Lambayeque, en la región Lambayeque.

La población de dicho centro poblado es de 60 personas en 20 viviendas, actualmente carecen de dicho servicio de luz y el trayecto de dichas líneas de media tensión de 10 kV sobrepasan los 8 Km, esta población para la iluminación ha optado por mecheros, velas y lámparas.

Los lugares más alejados y con poca población como este tienen un poco de dificultad de poder contar con el servicio eléctrico, por lo que el estado incentivo utilizar otras formas para obtener luz como la hidráulica, mareomotriz y geotérmica (Artículo 3° de DLEG-1002-2008), puesto que gracias a esto se puede contribuir con una vida más cómoda y siempre manteniendo nuestra colaboración con el medio que nos rodea (Artículo 11° de DLEG-1002-2008).

1.2. Trabajos previos

Gamarra (2019) en su tesis nos comenta que, dónde se realizó un estudio donde podemos aprovechar el potencial tanto eólico como solar para poder dotar de energía eléctrica al centro poblado Siete Techos, el cual no cuenta con dicho servicio.

Manay (2019) en su investigación afirma que, en la cual buscó aprovechar de la mejor manera los restos orgánicos de la ganadería, además de ello la energía de la luz colar del caserío Chenten para abastecerlo de energía eléctrica.

Kinnunen (2019) alega que, donde su principal objetivo se define como aportar en el crecimiento del conocimiento del potencial comercial dentro la economía de tipo circular en la industria de la minería. Las empresas tanto d minería como de industria metálica carecen por completo de economía circular. Los metales en la actualidad son necesarios para aumentar el estatus de nuestro nivel de vida, también necesarios en la producción d nuevas tecnologías. Los diferentes objetivos de las naciones unidas en cuanto a sostenibilidad tanto ambiental como económica.

Chercca (2014) manifiesta que, se viene haciendo un trabajo calculando la situación donde es muy necesaria la adquisición de energía, a ello se le debe atribuir el contar con las medidas de poder proporcionar la energía necesaria, incluyendo que en el

distrito se encuentran postas médicas y es ahí donde se es más necesario el uso de la mencionada, recordando que, con la carencia de luz, no se ha habilitado el poder obtener alumbrado público. Es decir, es útil e indispensable para el hogar, los lugares públicos y para poder incrementar la calidad de vida. Sin embargo, se debe hacer hincapié en las críticas sobre los líderes de la comunidad.

El sistema se puede extender para otorgar la energía necesaria en los hogares, las vías públicas, en los centros de atención para la misma comunidad, entre otros; haciendo más cómoda la vida de los habitantes de la mencionada caleta.

1.3. Conceptos relacionados con el Tema

1.3.1. Aerogenerador (wind turbine generator system): Se tiene por entendido que es compuesta por torre, góndola y rotor; es una energía que es transformada por los componentes antes mencionados.

1.3.2. Aeroturbina (wind turbine): En la actualidad se están realizando estudios de cómo reducir las emisiones acústicas hacia el medio ambiente. Ya que, se obtiene toda energía por medio del viento, en conjunto con una máquina especializada, puesto que se observan los ejes de distintos lados.

1.3.3. Área barrida (swept area): Formado por un radio circular, y se encuentra establecido en distintas técnicas que muestra específicamente la aeronáutica, dotándolo de dimensiones adecuadamente y propiamente.

1.3.4. Barlovento (upwind): Es considerado, por el punto donde se determine y se establezca la fuerza del viento.

1.3.5. Buje (hub): Es netamente cuando se encuentran establecido el orden y fijamente de las palas que darán paso a la programación de transmisión. Se empieza a calcular desde la altura y medida que se viene dando, así como la velocidad, los complementos que se desarrollan en el viento que es el elemento fundamental e indispensable.

1.3.6. Coeficiente de potencia (power coefficient): Es usado para medir la aeroturbina, además de ello se puede decir y calcular la potencia que este genera, mostrando la energía eólica. La superficie va a mostrar lo que hace y referencia el rotor, mostrando que este no perturba o no aturde el resto del sistema y la modalidad a recurrir.

1.3.7. Curva de potencia (power curve): La facilidad y densidad de la atmósfera, va de la mano con la velocidad que genera el viento, manteniendo el buje de dicha proporción, generando una simultaneidad de ambos casos, incidiendo y verificando su conformidad cada 10 minutos.

1.3.8. Distribución de Weibull (Weibull probability distribution): Es lo suficientemente largo, así como la medición y confiabilidad de la curva, la cual es la representación activa; puesto que llega a mostrar cuan veloz puede ser el viento, con el cual se trabaja, de un lugar en específico. Manteniendo informado y en constancia lo que produce en aumento y baja, es decir en específico, lo que puede producir el viento.

$$f(v) = \frac{k}{c} \left(\frac{v}{c}\right)^{k-1} e^{-\left(\frac{v}{c}\right)^k}$$

1.3.9. Distribución acumulativa: Determina si se supera la velocidad que produce el viento, así como su movimiento.

$$F(v) = \int_0^v f(v)dv = \int_0^v \frac{k}{c} \left(\frac{v}{c}\right)^{k-1} e^{-\left(\frac{v}{c}\right)^k} dv$$

$$= 1 - e^{-\left(\frac{v}{c}\right)^k}$$

1.3.10. Distribución acumulativa complementaria: Determina si es probable que el viento en sí, pueda superar lo que representa y vale X.

$$1 - \int_0^v f(v)dv = 1 - \int_0^v \frac{k}{c} \left(\frac{v}{c}\right)^{k-1} e^{-\left(\frac{v}{c}\right)^k} dv$$

$$1 - 1 + e^{-\left(\frac{v}{c}\right)^k} = e^{-\left(\frac{v}{c}\right)^k}$$

1.3.11. Determinación de los parámetros de la función densidad de probabilidad de Weibull: Lo mencionado por Weibull se va a aplicar según los lineamientos de la ecuación en lineal.

$$F(v) = 1 - e^{-\left(\frac{v}{c}\right)^k} \text{ entonces } e^{-\left(\frac{v}{c}\right)^k} = 1 - F(v)$$

$$\frac{1}{e^{\left(\frac{v}{c}\right)^k}} = 1 - F(v) \text{ entonces } \frac{1}{1-F(v)} = e^{\left(\frac{v}{c}\right)^k}$$

Usamos logaritmo natural

$$\ln\left(\frac{1}{1-F(v)}\right) = \ln\left(e^{\left(\frac{v}{c}\right)^k}\right)$$

$$\ln\left(\frac{1}{1-F(v)}\right) = \left(\frac{v}{c}\right)^k$$

Nuevamente usamos logaritmo natural

$$\ln\left(\ln\left(\frac{1}{1-F(v)}\right)\right) = \ln\left(\left(\frac{v}{c}\right)^k\right)$$

$$\ln\left(\ln\left(\frac{1}{1-F(v)}\right)\right) = k \cdot \ln\left(\frac{v}{c}\right)$$

$$\ln\left(\ln\left(\frac{1}{1-F(v)}\right)\right) = k \cdot \ln(v) - k \cdot \ln(c)$$

La ecuación anterior tiene la forma de la siguiente ecuación lineal

$$y = kx + b$$

$$y = \ln\left(\ln\left(\frac{1}{1-F(v)}\right)\right)$$

$$x = \ln(v)$$

$$b = -k \cdot \ln(c)$$

Determinamos k y c luego reemplazamos la ecuación.

$$f(v) = \frac{k}{c} \left(\frac{v}{c}\right)^{k-1} \cdot e^{-\left(\frac{v}{c}\right)^k}$$

1.3.12. Ley Exponencial de Hellmann: No se define exactamente, gracias a sus cambios constantes lo que menciona el viento, definitivamente con el cálculo específico de la altura y esta fórmula describe este comportamiento.

$$V_h = V_{ref} \left(\frac{h}{h_{ref}} \right)^\alpha$$

Dónde:

V_h (m/s) = Velocidad del viento a una altura h .

V_{ref} (m/s) = Velocidad promedio de la misma.

H (m) = Altura a la que se desea conocer la velocidad.

H_{ref} (m) = Altura a la que es calculada la V_{ref} .

α = Coeficiente de rugosidad.

Tabla 1: Coeficiente de rugosidad

TIPO DE TERRENO	COEFICIENTE DE RUGOSIDAD
Lugares llanos con hielo o hierba	0.08 – 0.12
Lugares llanos (mar, costa)	0.14
Terrenos poco accidentados	0.13 – 0.16
Zonas rústicas	0.2
Terrenos accidentados	0.2 – 0.26
Terrenos muy accidentados y ciudades	0.25 – 0.4

Fuente: (Hualpa Mamani 2006, p. 27)

1.3.13. Disponibilidad (availability): Se evidencia cuando la máquina ya está lista para poder utilizarse mediante un buen porcentaje obtenido.

1.3.14. Disposición en planta (lay-out): A través de unas maquetas u planos, se puede verificar en una forma más viable que los equipos se encuentran en óptimas condiciones y listos para el uso industrial.

1.3.15. Factor de capacidad (capacity factor): Viendo en un tanto por ciento se puede deducir el tanto de horas al cálculo, y se desarrollan las horas en su totalidad, teniendo en cuenta todo un largo periodo.

- 1.3.16. Fatiga (fatigue):** Con el uso se puede distinguir si se empieza a evidenciar cualquier falla, puesto que las máquinas para ser paradas, al principio cuentan y avisan con leves sonidos, que algo ha empezado a dejar de funcionar. A través de eso se viene controlando que las averías no continúen, lo apropiado es hacerle un mantenimiento antes de un colapso. Es de suma importancia que se rediseñe algún componente que se encuentre con una avería en inicio, construyendo con criterios extensos se podrá llegar a un mejor tiempo de uso donde la maquinaria podrá extenderse y mejorarse, obteniendo los mejores resultados para la empresa.
- 1.3.17. Góndola (nacelle):** En esta área no se considera al rotor. Puesto que se encuentra en cubierto toda la altura del chasis, considerándose que el aerogenerador se encuentra minuciosamente la multiplicadora, la parte eléctrica y toda aquella área situada de forma auxiliar.
- 1.3.18. Horas equivalentes (equivalent-hours):** Si un aerogenerador se encuentra en óptimas condiciones se podrá verificar la potencia exacta, manteniendo una alta calidad durante una gran y larga escala. Asegurando la potencia nominal se evidenciará la misma cantidad de energía.
- 1.3.19. Límite de Betz (Betz limit):** Su valor es el 59,3% manteniendo una potencia sumamente elevada, en la parte exclusivamente de la aeroturbina. El límite de Betz calcula la potencia máxima que se puede extraer de un volumen de fluido en movimiento por una pala abierta, turbina de flujo axial horizontal, referido de otra manera como una turbina de rotor abierto (Keeley, 2019).
- 1.3.20. Módulo o panel fotovoltaico:** Buscan mantener la alta potencia la parte eléctrica, se considera que son de muchos tipos, manteniendo en un top alto aquel panel que es usado por la tecnología. Además, de la fotovoltaica de la parte solar manteniendo un lugar me parte media.

- 1.3.21. Célula Solar:** Una célula de gran parte se podrá llegar a convertir la radiación solar en energía eléctrica, está formada por: una porción del cuerpo principal de la célula que contiene un electrodo posterior y una sección de transformación fotoeléctrica, presentando el electrodo posterior en una superficie reversa de la porción de transformación fotoeléctrica; y una lámina de metal presente en contacto con el electrodo del lado contrario a la parte del cuerpo principal de la célula solar (Adachi, 2018, p.1).
- 1.3.22. Radiación solar:** Con la potencia que genera el sol se usa para mostrar las frecuencias electromagnéticas.
- 1.3.23. Irradiancia:** Se tiene que medir de una forma parcial y lógica los Wh/m², dejando que la unidad se reconsidera de una forma equivalente, manteniendo un tiempo determinado con la gran potencia y la superficie mostrando las unidades en parcialidad.
- 1.3.24. Irradiación:** Se ejemplifica la irradiancia de un equipo de una forma muy equivalente y determinada, puesto que se recibe la potencia. Se modifica la electricidad en Wh/m² o, en las modificatorias de los dispositivos.
- 1.3.25. Acumulador:** Es donde se posiciona toda la energía la cual se deriva del sistema fotovoltaico donde se es necesario las ondas del sol, y se pretende sustentar en las horas del trabajo de la empresa. En las áreas de trabajo se debe de implementar lo más cómodo de los plomos, con vasos de 2V en todo el lugar, que se acomodarán en sucesión y/o equivalente para perfeccionar los 12, 24 o 48 V_{cc} que sea conveniente en repetición de los lugares.
- 1.3.26. Inversor:** Dispositivo que transfigure el reglamentario continuo que precede del ordenador en uniforme alterna para mantener las obligaciones.

- 1.3.27. Caja de conexión:** El lugar donde se guardan los cables y se pueden hacer los cambios si es que hubiera una falla de ellos y dichas uniones.
- 1.3.28. Regulador:** Se delega la inspección de las cargas y/o baterías, así como el aumento de los usos, para evitar aquellas descargas. El tiempo de vida de las baterías dependen principalmente del controlador el cual evita posibles sobrecargas (Ouremchi, 2018, p.1).
- 1.3.29. Condiciones de prueba estándar:** En este espacio se verifican de muchas formas la temperatura de forma solar, se entiende que el sol es su primera fuente de alimentación y por ello sus Kwh/m² se establece de esa manera.
- 1.3.30. Consumo eléctrico:** Eso se va desarrollando según la continuidad de su uso, así mismo este depende de la fuente eléctrica con la que trabaja, y da frutos en beneficio para la empresa, determinando la mejor manera por horas, días, entre otros datos que se desean obtener.
- 1.3.31. Corriente de corto circuito:** Obtiene resultados a través de la medición que generan los circuitos del equipo.
- 1.3.32. Corriente de máxima potencia:** Se visualiza la máxima potencia a través de la continuidad del mecanismo.
- 1.3.33. Masa de aire:** Medida del trecho y aquella trayectoria donde se evidencia como es su llegada hasta el dispositivo en uso.
- 1.3.34. Voltaje de circuito abierto:** La carga que se le atribuye a la parte voltaica se puede medir, ya que es liberada, es decir sin la carga.
- 1.3.35. Voltaje de máxima potencia:** Voltaje proporcionado al lugar de aforismo de fuerza.
- 1.3.36. Watt pico:** Aparato de compostura de eficacia superior que consigue forjar un indicador fotovoltaico en circunstancias estándares las cuales son 1000 W/m², 25°C y 1,5 de aglomeración de aire.

1.4. Formulación del problema

¿El diseño de un sistema eólico fotovoltaico podrá satisfacer la demanda de energía eléctrica del centro poblado Piedra Loza?

1.5. Justificación

1.5.1. Técnica

Se establecerá el uso de la hipótesis dando una contestación un enunciado técnico mostrando las medidas necesarias para el diseño de un sistema híbrido eólico fotovoltaico específico para satisfacer la demanda de energía eléctrica del centro poblado Piedra Loza.

1.5.2. Social

Se argumenta socialmente ya que el desarrollo de nuestra investigación contribuiría a la formación de nuevas industrias que actualmente se encuentran limitadas por la falta de energía, si estas se llegaran a formar tendríamos como consecuencia de esto puestos de trabajo y lo tanto, mejoras en el estilo de vida de la sociedad.

Este tipo de generación se utiliza más que todo en zonas donde las líneas de las empresas distribuidoras no llegan por encontrarse demasiado lejos de la ciudad, llegando de esta manera a contribuir de manera muy grande a la mejora de la aptitud de existencia de la localidad (Quishpe y Galarraga, 2019, p.5).

1.5.3. Económica

Se demuestra ahorrativamente ya que resulta menos costoso montar un método heterogéneo de generación eléctrica eólico fotovoltaico que extender las redes para poder suministrar energía eléctrica al centro poblado Piedra Loza.

1.5.4. Ambiental

Se justifica ambientalmente ya que la propuesta mostrada utiliza fuentes de energía limpias, provocando nulos efectos negativos sobre el medio ambiente, a diferencia de las fuentes convencionales que liberan gases dañinos al ambiente como el CO₂. La mayoría de países desarrollados están apostando por la reproducción de atrevimiento eléctrico libre de manifestaciones de CO₂ como también lo están haciendo los países en caminos de progreso, pero a menos proporción (Nazir, 2019, p. 437).

1.6. Hipótesis

Si se traza un método híbrido de energías renovables eólico fotovoltaico se podrá satisfacer la demanda eléctrica del centro poblado Piedra Loza.

1.7. Objetivos

1.7.1. Objetivos General

Diseñar de un sistema híbrido de energías renovables eólico fotovoltaico para satisfacer la demanda eléctrica del centro poblado Piedra Loza.

1.7.2. Objetivos Específicos

- a)** Determinar el consumo de energía eléctrica diaria promedio, así como la máxima demanda necesaria para el centro poblado Piedra Loza.
- b)** Estudiar y establecer el nivel de nuestros recursos tanto eólico como fotovoltaico para poder satisfacer la demanda de energía eléctrica.
- c)** Dimensionar y distinguir los mejores componentes para del procedimiento híbrido eólico fotovoltaico.
- d)** Determinar el costo total del sistema eléctrico con energía solar y eólica.

II. Método

2.1. Diseño de investigación

2.1.1. Tipo de investigación

Aplicada

Con los resultados se pueden verificar de forma directa las soluciones para la problemática de la investigación.

No Experimental

No se manejarán las variables para alcanzar los resultados.

Descriptiva

Según los datos es de tipo descriptiva ya que se muestran tal y como son sin alterar ninguno.

2.2. Variables

2.2.1. Variable independiente

Diseño del Sistema Híbrido de Energías Renovables Eólico Fotovoltaico.

2.2.2. Variable dependiente

Suministro de energía eléctrica a los pobladores de centro poblado Piedra Loza.

Tabla 2: Operacionalización de Variables

VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	INDICADORES	ESCALA
VARIABLE INDEPENDIENTE Sistema Híbrido Eólico Fotovoltaico	Un sistema híbrido es aquél que aprovecha dos o más fuentes de energía para Suministrar la energía requerida. (Pal y Singh, 2019, p.699)	Dimensionamiento y cálculos de los sistemas eólico y fotovoltaico.	Velocidad y dirección de Viento. Selección de aerogenerador (KW) Radiación Solar. Potencia y cantidad de paneles (KWp), Controladores, baterías (Ah), Inversores y Elementos de Protección.	Razón
VARIABLE DEPENDIENTE Suministro de Energía Eléctrica	El sistema de suministro eléctrico comprende el conjunto de medios y elementos útiles para la generación, el transporte y la distribución de la energía eléctrica. Este conjunto está dotado	Calcular la energía promedio diaria, así como la tensión de salida.	✓ Energía Promedio Diaria (W.h) ✓ Máxima Demanda (W) ✓ Tensión de Salida (V)	Razón

	de mecanismos de control, seguridad y protección (Ostapenko, 2019, p.293).			
--	--	--	--	--

Fuente: Elaboración Propia.

2.3. Población y muestra

Los involucrados como muestra arrojarán resultados viables, ya que son parte de toda la población del centro poblado Piedra Loza perteneciente al distrito de Salas, Lambayeque.

La exploración consta de entregar energía eléctrica a las viviendas y demás lugares del lugar en beneficio.

2.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad

2.4.1. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Tabla 3: Técnicas e Instrumentos de investigación

TÉCNICAS	INSTRUMENTOS	OBJETIVO
Observación directa	Cámara fotográfica	Registrar en tomas fotográfica la realidad del centro poblado.
Análisis de documentos	Ficha de análisis de documentos	Determinar el potencial eólico como también el solar de fuentes como NASA y SENAMHI.
Entrevista	Libreta de anotaciones	Conocer de manera directa de los pobladores la realidad en la que se encuentran, así como sus necesidades.

Fuente: Elaboración Propia.

2.4.2. Validez y Confiabilidad

Validez:

La validez será corroborada por un especialista en el tema de energías renovables.

Confiabilidad:

A través de un documento confiable se tomará en cuenta todos los puntos claves para hacer posible la indagación.

2.5. Métodos de análisis de datos

Se utilizará métodos estadísticos tales como la distribución de Weibull para establecer un modelo matemático en cuanto a probabilidades de velocidad de viento.

2.6. Aspectos éticos

Todo lo usado para alcanzar y obtener los resultados esperados de esta averiguación, serán verídicos y por ningún motivo podrán en peligro a la empresa, muy por el contrario, se tomará en cuenta y se coordinará con la mencionada para recoger datos, variables, entre otros. Con respecto a la ética que imparte el CIP, se establecerá de forma que no se pueda alterar ningún dato y por el contrario, apoyará a la exploración.

III. Resultados

3.1. Demanda de energía en Centro Poblado Piedra Loza

El centro poblado Piedra Loza cuenta con un total de 60 habitantes agrupados en 20 viviendas teniendo un promedio de 3 personas por vivienda.

Como parte de la entrevista preguntamos a los habitantes si en caso contaran con energía eléctrica que artefactos eléctricos utilizarían para poder realizar cálculos de máxima demanda y potencia.

3.2. Cálculos para Puntos de iluminación y su consumo

KLAP: Factor de AP en KWh/usuario-mes (Valor de acuerdo al sector típico establecido por OSINERGMIN en este caso es 3.3 por ser sector típico 5)

NU: # de usuarios (viviendas)

PPL: Potencia nominal promedio de las lámparas.

PI: Puntos de iluminación.

CMAP: Consumo mensual de alumbrado público en KWh.

CMAP = KALP x UN

PI = CMAP/ (0,36 x PPL)

Teniendo en cuenta que una instalación fotovoltaica tiene como tiempo de vida 20 años, proyectamos la energía eléctrica demandada a esta cantidad de años, para esto proyectamos la urbe.

Realizando la influencia de los aldeanos utilizamos la base de datos de los censos oficiales de INEI.

Tabla 4: Tasa de Crecimiento Poblacional Provincia de Lambayeque

CENSOS PROVINCIA LAMBAYEQUE			
AÑO	POBLACIÓN	# AÑOS ENTRE CENSOS	TASA DE CRECIMIENTO POBLACIONAL (%)
2017	300170	10	1.48
2007	259274		
1993	210537	14	1.50

Fuente: INEI

Como tasa de incremento tomamos el intermedio de las dos tasas de desarrollo descritas en la tabla anterior el cual es 1.49%.

$$P_{20} = P_0 (1 + i)^{20}$$

Dónde:

Po: Población actual (60 habitantes)

P20: Población proyectada al año 20

i: Taza de crecimiento poblacional (1.49%)

Reemplazando los datos obtenemos:

$$P_{20} = 60(1 + 0.014)^{20}$$

$$P_{20} = 83.018$$

$$P_{20} = 84$$

Para pronosticar el número de viviendas dividiremos el número de habitantes entre la cantidad de habitantes por vivienda promedio el cual es 3, obteniendo un número de viviendas de 28.

Tabla 5: Pronóstico de Energía Diaria a 20 años del Centro Poblado Piedra Loza

Viviendas							
ITEM	ARTEFACTO	TENSIÓN (v)	CANTIDAD	POTENCIA (W)	USO DIARIO (H)	ENERGÍA DIARIA (W.h)	Máx.Demanda (W)
1	Lámparas	220V C.A	4	6	3	72	24
2	Equipo de Sonido	220V C.A	1	20	2	40	20
3	Carga de Celular	220V C.A	3	6	1	18	18
4	Televisor	220V C.A	1	70	5	350	70
5	Laptop	220V C.A	1	45	2	90	45
SUBTOTAL						570	177
Centro de Educacion Inicial							
ITEM	ARTEFACTO	TENSIÓN (v)	CANTIDAD	POTENCIA (W)	USO DIARIO (H)	ENERGÍA DIARIA (W.h)	Máx.Demanda (W)
1	Lámparas	220V C.A	3	8	3	72	24
2	Equipo de Sonido	220V C.A	1	20	2	40	20
3	Cargador de Celular	220V C.A	3	5	1	15	15
4	Laptop	220V C.A	1	60	6	360	60
SUBTOTAL						487	119
Local Comunal							
ITEM	ARTEFACTO	TENSIÓN (v)	CANTIDAD	POTENCIA (W)	USO DIARIO (H)	ENERGÍA DIARIA (W.h)	Máx.Demanda (W)
1	Lámparas	220V C.A	2	8	1	16	16
3	Cargador de Celular	220V C.A	1	5	1	5	5
SUBTOTAL						21	21
Alumbrado Público							
Localidad	# Viviendas	KLAP (Sector 5)	CMAP	PPL	PI	ENERGÍA DIARIA (W.h)	Máx.Demanda (W)
Piedra Loza	20	3.3	66	60	5	3600	300
TOTAL						20068	9290

Fuente: Elaboración Propia

Como resultado de nuestro pronóstico tenemos de acuerdo a la tabla anterior que la energía diaria será de 20068 Wh. En cuanto a la máxima demanda 9290 W.

3.3. Estudio de los recursos eólico y solar del centro poblado Piedra Loza

3.3.1. Estudio del recurso solar

Para poder realizar un estudio del recurso solar del centro poblado Piedra Loza hemos acudido a recopilar información tanto del Atlas Solar del Perú, de la base de datos de la NASA, como del software Meteonorm 7.

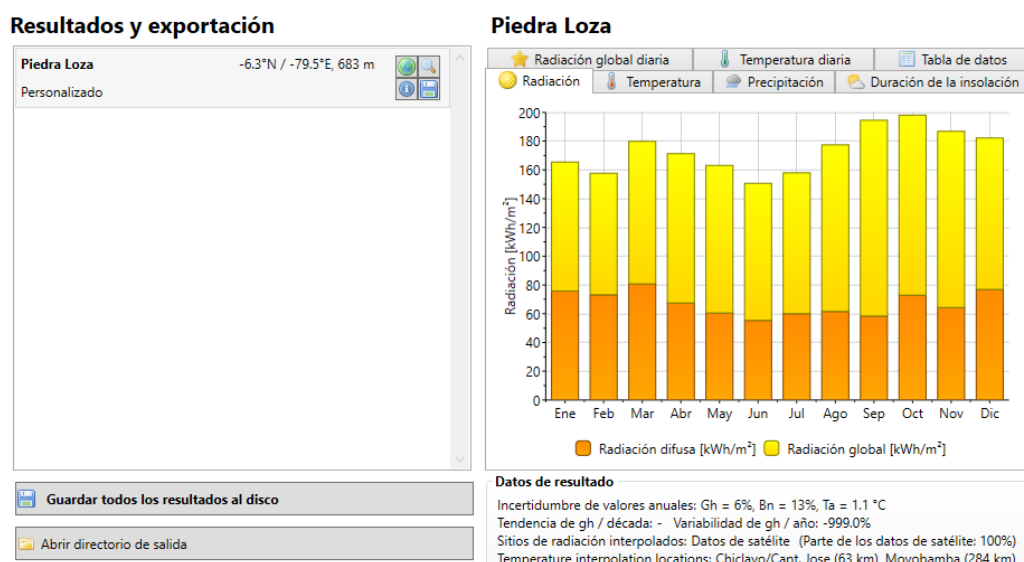
3.1.1.1. Atlas Solar del Perú

Figuran dos luminiscencias la superior como la inferior para el departamento de Lambayeque, teniendo en cuenta los lineamientos desde un punto de vista de $5 \text{ kWh/m}^2/\text{día}$ y $5.5 \text{ kWh/m}^2/\text{día}$, se considera lo mínimo, lo más bajo de dicho rango por tratarse de una tesis basada en datos críticos.

3.1.1.2. Software Meteonorm 7

El METEONORM 7, nos brinda la obtención de todo lo necesario para el departamento, y con la visualización de los resultados reflejados en la figura, resalta el valor mínimo del sol y sus rayos emitidos en el día a día.

Figura 1: Radiación Solar Piedra Loza



Fuente: Software Meteonorm 7

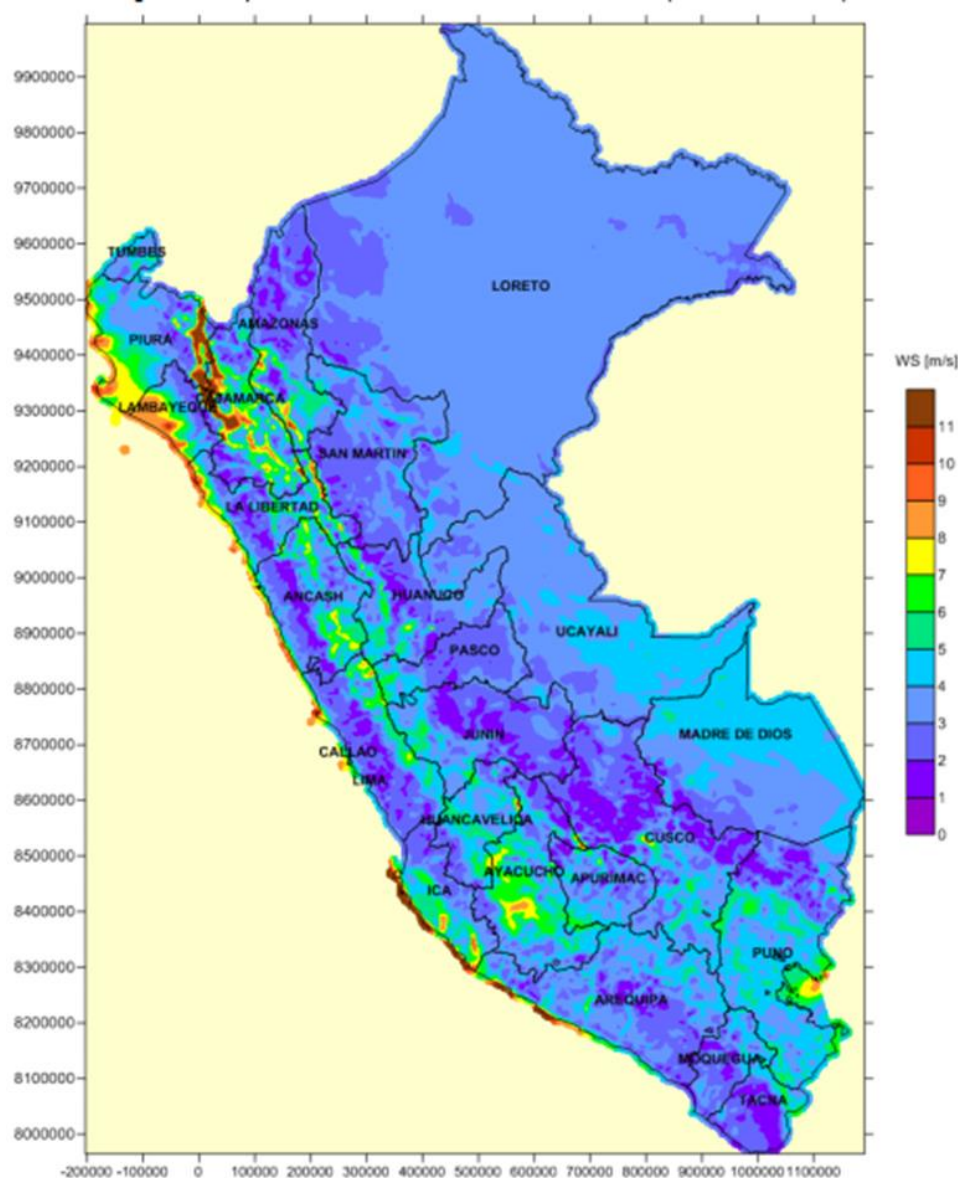
De la información obtenida de la luz solar se evidencian los valores menores que son los 4.72 kWh/m^2 donde ya se puede dirección y separar lo que es necesario para la aplicación correcta.

3.3.2. Análisis de Recurso Eólico

El análisis del mencionado recurso nos permite recopilar la data del atlas eólico del Perú como también de la estación meteorológica automática EMA

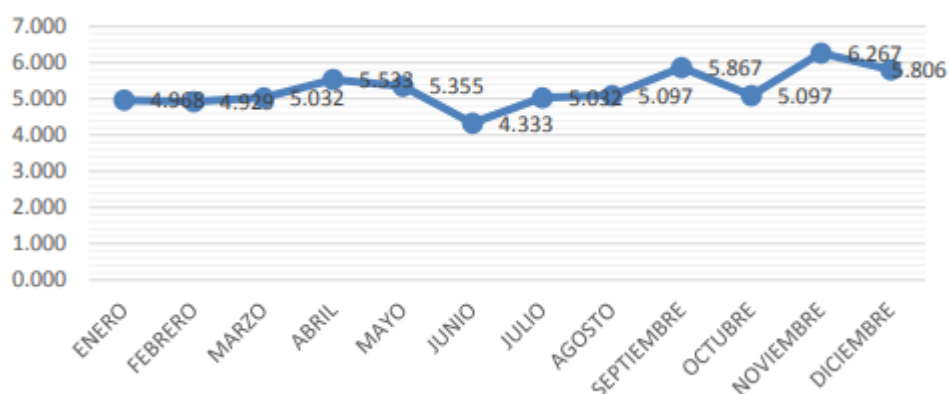
LAMBAYEQUE por parte de SENAMHI donde se pudo analizar cuáles fueron los meses con las velocidades más altas y más bajas, se estableció que el mes con mayor prontitud de viento fue noviembre y el que tuvo menor velocidad de viento fue junio.

Figura 2: *Velocidad de Viento a 100m*



Fuente: Atlas Eólico del Perú 2016

Figura 3: Velocidad de Viento Promedio Mensual año 2018



Fuente: SENAMHI

En el gráfico anterior podemos observar que el mes con la menor y mayor velocidad de viento promedio son junio y noviembre respectivamente, ya que esta tesis está siendo trabajada con datos críticos analizaremos el mes de junio.

Tabla 5: Frecuencia de velocidad de Viento Mes de Junio

Altura 18m			
Intervalo de velocidad de viento (m/s)	Frecuencia de velocidad de viento (h)	Frecuencia acumulada de velocidad de viento(h)	Frecuencia Relativa Acumulada de velocidad de viento (h)
1	108	108	0.150
2	235	343	0.476
3	191	534	0.742
4	62	596	0.828
5	34	630	0.875
6	58	688	0.956
7	26	714	0.992
8	4	718	0.997
9	1	719	0.999
10	1	720	1.000

Fuente: Elaboración Propia

Los intervalos de velocidad de viento se establecen de la siguiente manera:

1: Velocidad entre 0 m/s y 1 m/s

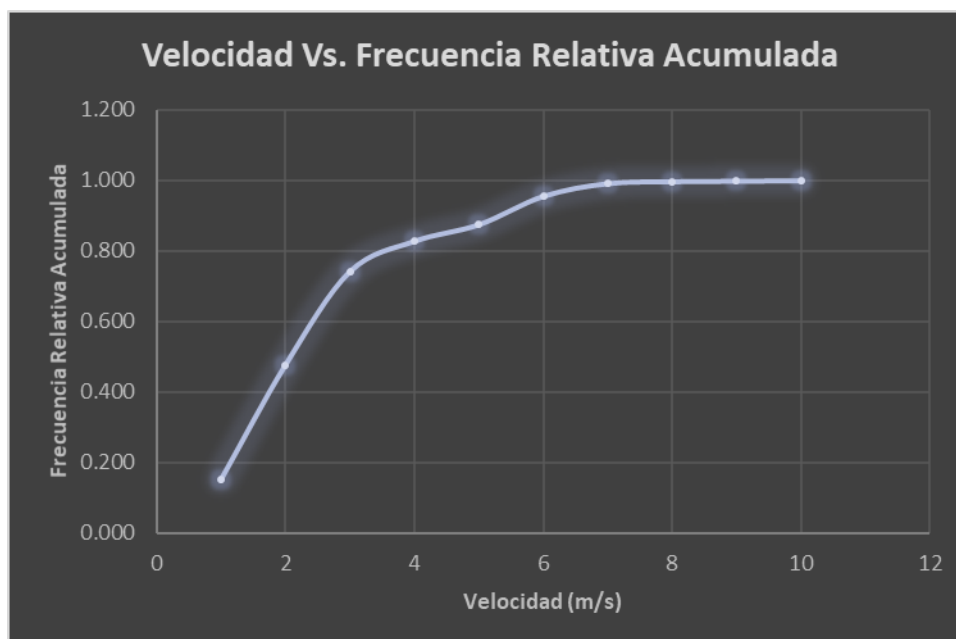
2: Velocidad entre 1 m/s y 2 m/s y así sucesivamente.

Tabla 6: Frecuencia Relativa Acumulada de Velocidad de Viento

Altura 18m	
Intervalo de velocidad de viento (m/s)	Frecuencia Relativa Acumulada de velocidad de viento (h)
1	0.150
2	0.476
3	0.742
4	0.828
5	0.875
6	0.956
7	0.992
8	0.997
9	0.999
10	1.000

Fuente: Elaboración Propia

Figura 4: Velocidad vs Frecuencia Relativa Acumulada



Fuente: Elaboración Propia

Luego continuamos con el procedimiento de la distribución de Weibull para analizar las frecuencias de las velocidades de viento.

$$\ln(\ln(\frac{1}{1-F(v)})) = k \cdot \ln(v) - k \cdot \ln(c)$$

Nos damos cuenta que esta fórmula tiene forma de una recta $y = kx + b$ en donde:

$$y = \ln(\ln(\frac{1}{1-F(v)}))$$

$$x = \ln(v)$$

$$b = -k \cdot \ln(c)$$

Luego seguimos con el proceso de la distribución de Weibull donde tenemos que realizar una regresión lineal para poder calcular los parámetros de Weibull.

Tabla 7: Datos para la Regresión Lineal

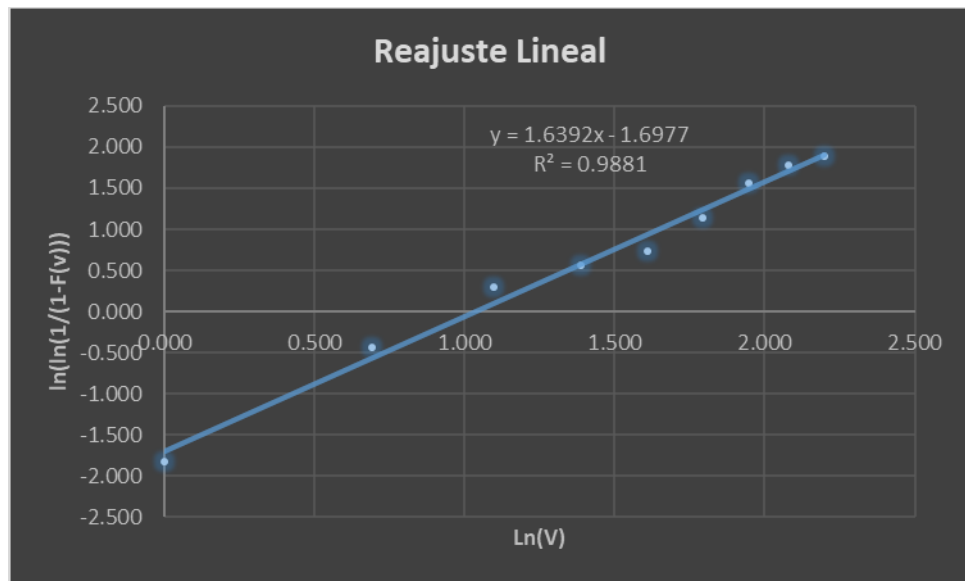
V	Ln(V)	F(v)	1-F(v)	ln(1/(1-F(v)))	ln(ln(1/(1-F(v))))
1	0.000	0.150	0.850	0.163	-1.817
2	0.693	0.476	0.524	0.647	-0.435
3	1.099	0.742	0.258	1.354	0.303
4	1.386	0.828	0.172	1.759	0.565
5	1.609	0.875	0.125	2.079	0.732
6	1.792	0.956	0.044	3.114	1.136
7	1.946	0.992	0.008	4.787	1.566
8	2.079	0.997	0.003	5.886	1.773
9	2.197	0.999	0.001	6.579	1.884

Fuente: Elaboración Propia

F(v): Frecuencia Relativa Acumulada

Usando el software MS Excel podemos realizar el gráfico de la regresión lineal para poder hallar los parámetros de Weibull.

Figura 5: Reajuste Lineal



Fuente: Elaboración Propia

Se obtuvo la siguiente ecuación de recta

$$Y = 1.6392X - 1.6977$$

Realizando la comparación con

$$y = kx + b$$

Nos dimos cuenta que

$$K = 1.6392 \quad b = -1.6977$$

Cuando reemplazamos en

$$b = -k \cdot \ln(c)$$

Obtenemos que

$$C = 2.8170$$

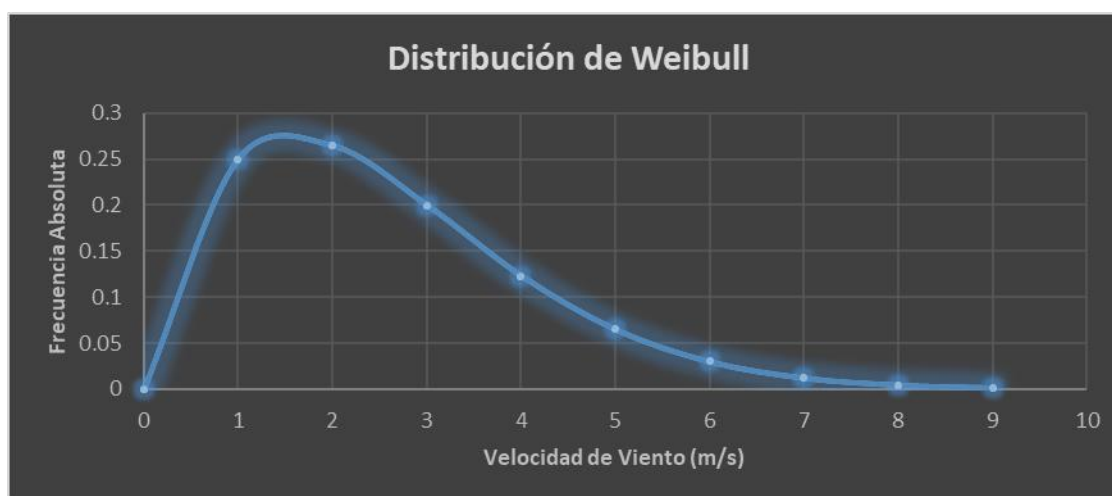
Una vez computados los parámetros o elementos de graduación y gráfica los delegamos en la igualdad de Weibull, para obtener de esta manera la álgebra

de Weibull específica para la Frecuencia meteorológica maquina de Lambayeque (EMA LAMBAYEQUE)

$$f(v) = \frac{1.6392}{2.8170} \left(\frac{v}{2.8170}\right)^{0.6392} \cdot e\left[-\left(\frac{v}{2.8170}\right)^{1.6392}\right]$$

Según esta ecuación obtenemos la probabilidad de cada intervalo de ligereza de brisa en el periodo de tiempo estudiado.

Figura 6: Distribución de Weibull



Fuente: Elaboración Propia

Tabla 8: Probabilidad de horas de velocidad de viento en el mes de junio

Velocidad (m/s)	f(v)	horas
0	0	0
1	0.24992464	179.945738
2	0.26426872	190.27348
3	0.19990537	143.93187
4	0.12319409	88.699748
5	0.06483066	46.6780729
6	0.02984988	21.4919148
7	0.01220629	8.78852612
8	0.00447895	3.2248451
9	0.00148602	1.06993456

Fuente: Elaboración Propia

La cantidad de data (horas) fueron las 720 horas del mes de junio.

$$Tiempo (d) = 720x \left(\frac{1d}{24h} \right) = 30d$$

3.4. Dimensionamiento del SHEFV

3.4.1. Dimensionamiento del sistema eólico

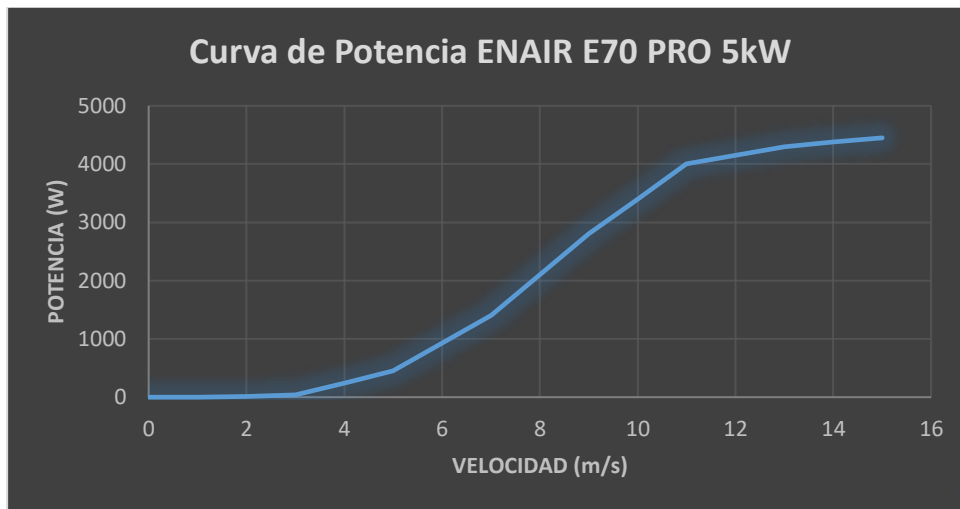
Se ha decidido utilizar un aerogenerador de 5kW marca ENAIR modelo E70 PRO ya que su curva de potencia alineada a nuestras necesidades energéticas y las condiciones de viento en el centro poblado Piedra Loza así lo determinan.

Figura 7: ENAIR E70 PRO



Fuente: <https://www.pruebas.enair.es/es/aerogeneradores/e70pro>

Figura 8: Curva de Potencia ENAIR E70 PRO 5kW



Fuente: Ficha técnica ENAIR E70 PRO

Tabla 9: Energía Brindada por ENAIR E70 PRO mes junio

Aerogenerador 5kW					
Velocidad (m/s)	f(v)	horas	Potencia Aerogenerador	Energia	Energía/día
0	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
1	0.250	179.946	0.000	0.000	0.000
2	0.264	190.273	10.000	1902.735	63.424
3	0.200	143.932	40.000	5757.275	191.909
4	0.123	88.700	245.000	21731.438	724.381
5	0.065	46.678	450.000	21005.133	700.171
6	0.030	21.492	925.000	19880.021	662.667
7	0.012	8.789	1400.000	12303.937	410.131
8	0.004	3.225	2100.000	6772.175	225.739
9	0.001	1.070	2800.000	2995.817	99.861
Energía/Tiempo Estudiado				92348.530	3078.284

Fuente: Elaboración Propia

Podemos determinar que este aerogenerador en el mes de junio nos brinda de energía la cantidad de 92348.53 Wh, para poder determinar la energía promedio diaria dividimos dicha cantidad entre 30.

$$EPD = \frac{92348.530}{30} = 3078.284 W.h$$

3.4.2. Dimensionamiento del sistema fotovoltaico

Obtenemos que la energía eólica demandada en a un tiempo de 20 años es 16989.716 W.h, aunque esta no es la energía necesaria en sí, sino que tenemos que multiplicarla por el factor general de pérdidas descrito para la siguiente fórmula:

$$E_{entregada\ a\ la\ carga} = F \times E_{sistema}$$

$$F = 1 - \left[\frac{f_a \times N}{p_d} \right] - f_b - f_i - f_j$$

Es:

f_i : Factor de perdidas debido a la eficiencia Del inversor = 0.13

f_j : Factor de perdidas global debido al calentamiento conexiones, etc.
=0.05

P_d : Profundidad de descarga máxima de las baterías=0.7

f_a : Factor de energía perdida por auto descarga = 0.005

f_b : Factor de perdidas debido al a eficiencia de la batería = 0.05

N = Días de autonomía (2)

$$F = 1 - \left[\frac{0.005 \times 2}{0.7} \right] - 0.05 - 0.13 - 0.05$$

$$F = 0.755$$

Al multiplicar por la energía demandada

$$E_D = F \times (E_D)$$

Es:

ED: Energía Demandada

F: Factor de Pérdida

ED: Energía Demandada

Balance Energético

La energía a suministrar por todo el sistema de generación es de 26555.009 Wh consecuencia de fraccionar la energía dentro de 20 años entre el elemento de quebranto que es 0.755, el sistema eólico suministrará 3078.28 Wh, en cuanto al sistema fotovoltaico tendrá que generar un total de 23476.725 Wh.

Tabla 10: Balance Energético en el Mes Crítico Junio

BALANCE ENERGETICO MES DE JUNIO		
FUENTE DE ENERGÍA	ENERGÍA EN Wh	%
AEROGENERADOR	3078.284	11.592
PANELES FOTOVOLTAICOS	23476.725	88.408
TOTALES	26555.009	100.000

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 11: Balance energético en el Mes con Mayor viento Noviembre

BALANCE ENERGETICO MES DE JUNIO		
FUENTE DE ENERGÍA	ENERGÍA EN Wh	%
AEROGENERADOR	17276.957	65.061
PANELES FOTOVOLTAICOS	9278.053	34.939
TOTALES	26555.009	100.000

Fuente: Elaboración Propia

Considerando en el mercado los diferentes los diferentes tipos de paneles tanto en calidades con precio y potencias brindadas hemos tomado como modelo seleccionado al panel marca ERA SOLAR 320W el cual tiene las siguientes características.

Tabla 12: Características Eléctricas Panel ERA SOLAR 320W

Voltaje a Circuito Abierto	45.45 V
Corriente de Corto Circuito	9.1 A
Voltaje a Potencia Máxima	37.65 V
Corriente a Potencia Máxima	8.5 A

Fuente: Catálogo Era Solar

3.4.2.1. Números total de módulos fotovoltaicos

$$N_P = E_{TFV} / \text{Radiación} \times \text{Potencia de Panel}$$
$$N_P = 23476.725 / 4.72 \times 320$$
$$N_P = 16$$

3.4.2.2. Módulos fotovoltaicos conectados en serie

$$M_S = V_{Trabajo} / V_{Módulo Fotovoltaico}$$
$$M_S = 48V / 24V$$
$$M_S = 2$$

Es:

- ✓ M_S : Cantidad de módulos fotovoltaicos conectados en serie.
- ✓ $V_{Trabajo}$: Voltaje al que trabaja el sistema.
- ✓ $V_{Módulo Fotovoltaico}$: Voltaje del Módulo Fotovoltaico

3.4.2.3. Ramas de módulos fotovoltaicos conectados en paralelo

$$R_P = N_P / M_S$$
$$R_P = 16 / 2$$
$$R_P = 8$$

Dónde:

- ✓ R_P : Número de Ramas en Paralelo
- ✓ N_P : Número Total de Paneles

3.4.2.4. Energía suministrada por los Módulos Fotovoltaicos

$$E_{TFV} = N_P \times W_P \times R$$

$$E_{TFV} = 16 \times 320 \times 4.72$$

$$E_{TFV} = 24166.4 \text{ W.h}$$

La energía que se necesitaba generar con nuestro sistema fotovoltaica era 23476.725 W.h, pero nuestro sistema genera 24166.4 W.h, así que se finiquita que de nuestro equipo de generación es competente de proveer al centro poblado Piedra Loza por un periodo de 20 años.

3.4.2.5. Determinación del ángulo óptimo de inclinación de los módulos fotovoltaicos

Para este cálculo utilizaremos el método del ángulo óptimo anual

$$\beta_{\text{óptimo}} = 3.7 + (0.69 \times |\Phi|)$$

Es:

- ✓ $\beta_{\text{óptimo}}$: Ángulo óptimo de inclinación.
- ✓ Φ : Latitud del lugar

$$\beta_{\text{óptimo}} = 3.7 + (0.69 \times |-6.294613333|)$$

$$\beta_{\text{óptimo}} = 8.04^\circ$$

Tomando la decisión de establecer el ángulo a 15 grados por motivo de evitar la acumulación de polvo o humedad.

3.4.2.6. Dimensionamiento del controlador o regular fotovoltaico

Dimensionamiento por corriente

Por el examinador o regulador a cargo circular la energía generada por los paneles hacia las baterías, se debe de dimensionar en base al peor de los escenarios y este es la corriente de cortocircuito de los paneles.

Se verifica de la siguiente manera:

$$I_R = I_{CC} \times N_p \times 1.25$$

$$I_R = 9.1 \times 16 \times 1.25$$

$$I_R = 182 \text{ A}$$

Cálculo por Voltaje:

Los módulos fotovoltaicos general mayor voltaje cuando se encuentran a circuito abierto por lo tanto consideraremos este escenario como el de diseño.

$$V_{\text{máx-Regulador}} = 1.25 \times V_{CA} \times P_{\text{Serie}}$$

$$V_{\text{máx-Regulador}} = 1.25 \times 45.45 \times 2$$

$$V_{\text{máx-Regulador}} = 113.63 \text{ V}$$

Entre las diferentes opciones encontradas en el mercado hemos tomado la decisión de elegir dos controladores MPPT Victron 150V 100 A.

Figura 9: Controlador Fotovoltaico MPPT Victron 150V 100 A



Fuente: <https://autosolar.pe/pdf/Ficha-smartsolar-mppt-victron-150-45-a-150-100.pdf>

3.4.2.7. Ramas de módulos fotovoltaicos conectados a cada controlador

$$R_c = N_R / N_c$$

$$N_R = 8 / 2$$

$$N_R = 4$$

Tenemos con resultado a conectar 4 ramas de módulos fotovoltaicos conectados a cada controlador.

Teniendo en cuenta que el voltaje a circuito abierto es de 113.63 V y el voltaje soportado por nuestro controlador es de 150 V se da por correcta la elección del controlador.

En cuanto a potencia a cada controlador se encontrarán conectados 8 módulos fotovoltaicos haciendo un total 2560 W de potencia de entrada y nuestro controlador soporta 5800 W, así que nuestras condiciones se dan por satisfechas con la elección de este controlador.

3.4.2.8. Dimensionamiento de las baterías

Para el cálculo de baterías del sistema se necesita calcular tanto el dígito de baterías en sucesión como en análogo, como la capacidad mínima de las baterías.

Capacidad mínima del bloque de baterías

$$C_M = (N \times E_D) / (P_D \times V_T)$$

$$C_M = \left(\frac{2 \times 26555.009}{0.7 \times 48} \right)$$

$$C_M = 1580.655$$

Es:

C_M : Capacidad mínima del banco de baterías.

N : Días de Autonomía del Sistema.

P_D : Profundidad de Descarga.

V_T : Voltaje de Trabajo del Sistema.

E_D : Energía demandada.

Número baterías en serie

$$N_{BS} = V_T / V_B$$

$$N_{BS} = 48 / 12$$

$$N_{BS} = 4$$

Es:

N_{BS} : Números de Baterías Conectadas en Serie

V_T : Voltaje de Trabajo del Sistema.

V_B : Voltaje de la batería.

Número de baterías conectadas en Paralelo

$$N_{BP} = C_T / C_B$$

Evaluando las diferentes opciones del mercado en cuanto a capacidades, voltajes de trabajo y calidades nos vimos en la decisión de escoger la batería marca ROLLS modelo 12CS11P de 503 Ah

Figura 10: *Batería Rolls 12CS11P 503 Ah*



Fuente: https://www.monsolar.com/pdf/baterias_rolls_catalogo.pdf

$$N_{BP} = 1580.655 / 503$$

$$N_{BP} = 3.142$$

$$N_{BP} = 4$$

La cifra de baterías se obtiene duplicando el dígito de baterías en cadena por el algarismo de baterías en equivalente en este caso resulta ser necesario 16 baterías.

3.4.2.9. Dimensionamiento del Inversor

Para poder calcular la fuerza de entrada, debemos dividir la firmeza de imposición entre el rendimiento de dicho inversor, ha hecho que se selecciones el mencionado de marca MUST SOLAR, analizando las diferentes opciones del mercado es una de las marcas con mayor rendimiento.

$$Potencia\ de\ entrada = \frac{Potencia\ de\ Carga}{Rendimiento}$$

$$Potencia\ de\ entrada = 9290 / 0.975$$

$$Potencia\ de\ entrada = 9528.205\ W$$

Tomando en cuenta la energía de ingreso del inversor se tomó la decisión de seleccionar 2 inversores marca Must Solar de 6 kW.

Figura 11: Inversor Must Solar 6kW



Fuente: <https://autosolar.es/pdf/FICHA-INVERSOR-MUST-PV30-MPPT.pdf>

3.4.2.10. Dimensionamiento de los conductores eléctricos

Intensidad máxima Tramo Panel - Regulador

$$I_{M\acute{A}X} = 1.25 \times I_{CC} \times N_{\text{Ramas en Paralelo conectadas a cada regulador}}$$

$$I_{M\acute{A}X} = 1.25 \times 9.1 \times 4$$

$$I_{M\acute{A}X} = 45.5 \text{ A}$$

Es:

$I_{M\acute{A}X}$: Estándar máxima en el tramo panel – regulador.

I_{CC} : Corriente de corto Circuito del Panel Seleccionado.

$N_{\text{RAMAS EN PARALELO CONECTADAS A CADA REGULADOR}}$: Número de ramas de paneles conectadas en paralelo conectadas a cada regulador.

Fuerza superior Inversor - Conjuntos

$$I_{M\acute{A}X} = 1.25 \times P_{Carga} / (V_{Min \text{ de funcionamiento del inv}} \times N_{Inversor})$$

$$I_{M\acute{A}X} = 1.25 \times 6000 / (2 \times 48 \times 0.975)$$

$$I_{M\acute{A}X} = 80.13$$

Es:

$I_{M\acute{A}X}$: Corriente alta reguladora - inversor.

P_{Carga} : Máxima Fuerza

$V_{MIN \text{ DE FUNCIONAMIENTO DEL INVERSOR}}$: Voltaje mínimo de compromiso

$N_{INVERSOR}$: Eficacia del inversor.

Tabla 13: Caída de Tensión Permitida por Tramos en Instalación Fotovoltaica

TRAMO	TENSIÓN DEL SISTEMA	CAIDA DE TENSIÓN PERMISIBLE (%)	CAIDA DE TENSIÓN PERMISIBLE (v)
PANEL REGULADOR	48	1 % - 3.5 %	1.68
REGULADOR BATERÍA	48	1.5%	0.72
REGULADOR INVERSOR	48	1.5%	0.72

Fuente: Elaboración Propia

Hacia proceder a Calcular la parte pequeña de cada tramo de nuestra instalación aplicamos la segunda fórmula.

$$S_{Min} = 2 \times L \times I / 56 \times \Delta V$$

Es:

$S_{Mín}$: Mínima dispositivo del guía (mm^2)

L: Longitud (m)

I: Estándar por tramo (A)

ΔV : Desplome de Rigidez por trecho (V)

Sección Mínima Tramo Paneles – Regulador

$$S_{Mín} = 2xLxI / 56x\Delta V$$

$$S_{Mín} = 2x9.5x45.5 / 56x1.68$$

$$S_{Mín} = 9.19mm^2$$

Sección Mínima Tramo Regulador – Inversor

$$S_{Mín} = 2xLxI / 56x\Delta V$$

$$S_{Mín} = 2x3.5x80.13 / 56x0.72$$

$$S_{Mín} = 13.91mm^2$$

Teniendo en cuenta la corriente que circula por los conductores elegimos el conductor 2 – 1 x 10 mm^2 NYY INDECO.

Tabla 14: Datos técnicos Conductor NYY Dúplex

TABLA DE DATOS TECNICOS NYY DUPLEX

CALIBRE	Nº HILOS	ESPEORES		DIÁMETRO EXTERIOR	PESO	CAPACIDAD DE CORRIENTE (*)		
		AISLAMIENTO	CUBIERTA			ENTERRADO	AIRE	DUCTO
Nº x mm^2		mm	mm	mm	(Kg/Km)	A	A	A
2x1x6	1	1	1.4	15.4	218	77	58	62
2x1x10	1	1	1.4	17	307	105	80	85
2x1x16	7	1	1.4	19.3	454	136	108	112
2x1x25	7	1.2	1.4	22.5	672	170	140	140
2x1x35	7	1.2	1.4	24.6	880	205	175	170

Fuente: Catálogo NYY INDECO

Espacio de montaje del Procedimiento de Generación

Tomando en cuenta las dimensiones de los diferentes componentes de nuestro sistema de generación, como también las diferentes recomendaciones para en montaje de aerogeneradores se ha decidido tomar las siguientes medidas de nuestro centro de generación: 70 metros de frente por 60 metros de fondo haciendo un total de 4200 m² (0.42 ha). Tomando en cuenta un costo referencial de terreno eriazo según el ministerio de agricultura tiene un costo de s/.4200 (S/. 10000 x 1 ha).

3.5. Presupuesto

Suministro de materiales del SHEFV

Tabla 15: Presupuesto Para Suministros de Materiales del SHEFV

#	Descripción	Costo por unidad (S/.)	Costo (S/.)
1	Aerogenerador ENAIR E70 PRO 5kW	29536.70	29536.70
1	Torre de 18 m, más controlador eólico, más accesorios	13560.40	13560.40
16	Paneles solares ERA SOLAR de 320 Wp	750.30	12004.80
16	RITAR 503 Ah	3125.40	50006.40
2	Inversor MUST Solar de 6 kW	4230.50	8461.00
2	Estructura para 8 paneles solares	3000.00	6000.00
2	Controlador MPPT Victron 150V 100 A	4290.90	8581.80
1	Caseta para baterías, controladores e inversores	5400.00	5400.00
260	Cerco Metálico (x metro lineal / incluye instalación)	140.00	36400.00
0.42	Terreno (x ha)	10000.00	4200.00
	Accesorios	1720.00	1720.00
Total			175871.10

Fuente: Elaboración Propia

Costo Directo del SHEFV

Tabla 16: Costo Directos del SHEFV

“DISEÑO DE UN SISTEMA HIBRIDO DE ENERGÍA RENOVABLE EÓLICO - FOTOVOLTAICO PARA SATISFACER LA DEMANDA ELÉCTRICA DEL CENTRO POBLADO PIEDRA LOZA UBICADO EN EL DISTRITO DE SALAS, PROVINCIA DE LAMBAYEQUE EN EL DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE”		
RESUMEN GENERAL SISTEMA EÓLICO FOTOVOLTAICO		
ITEM	DESCRIPCIÓN	TOTAL (S/.)
1	SUMINISTROS DE MATERIALES	175871.10
2	MONTAJE	12000.00
3	TRANSPORTE DE MATERIALES	7000.00
	TOTAL COSTO DIRECTO (S/.)	194,871.10

Fuente: Elaboración Propia

IV. Discusión

El Sistema diseñado en esta exploración, es realizada a cada parte de los equipos para poder controlar y establecer el ritmo diario, semanal, mensual, y así sucesivamente, ello servirá para llevar un control respectivo donde automáticamente a la mínima falla se inyectará un tipo correctivo para que no se detenga la producción y se continúe con ello aumentando las ganancias de la empresa, y llevándolas al alcance de su visión y misión.

De acuerdo a los datos obtenidos y teniendo en cuenta lo que se sabe sobre las radiaciones solares, se debe mantener los aparatos en los tipos más usados, sin embargo, con lo descubierto a raíz de la indagación se resuelve que, el aerogenerador de 5kW marca ENAIR modelo E70 PRO ya que su curva de potencia alineada a nuestras necesidades energéticas y las condiciones de viento en el centro poblado Piedra Loza así lo determinan.

Dicha empresa, mantiene activas las propuestas en el cual debería haber una coordinación entre todos los encargados de su mantenimiento y los coordinadores, ello nos, ya que se reconoce como el mejor método para esta asociación.

El sistema de generación planteado mantiene una utilización probabilística de las fallas, donde intervienen los paneles solares para que la energía se mantenga activa mediante ellos. El trabajo de dicho molino es importante ya que aumenta la operatividad de la empresa, la ciudad, teniendo como análisis los datos consignados.

V. Conclusiones

- Se estableció que la energía demandada en promedio diariamente es de 20068 W.h/día junto con una máxima demanda de 9290 W.
- Con respecto a la radiación solar en el centro poblado Piedra Loza según el software METEONORM 7 tenemos una radiación de 4.72 kWh/m² /día y según nuestro Atlas Solar peruano se ha obtenido un valor de 5 kWh/m² /día. Tomamos en cuenta el valor de 4,72 kWh/m² /día para nuestros cálculos por ser el dato más bajo; en cuanto al recurso eólico tenemos como mes con menos velocidad de viento promedio al mes de junio con una velocidad de 4.3m/s y como mes con mayor velocidad de viento promedio tenemos al mes de noviembre una velocidad de 6.2m/s.
- Después de realizar toda una serie de cálculos podemos determinar los diferentes componentes de nuestro sistema de generación los cuales son: 01 generador eólico modelo ENAIR E70 PRO de 5kW, 16 paneles solares modelo ERA SOLAR de 320 Wp, 16 baterías modelo RITAR de 503 Ah, 02 controladores modelo MPPT modelo VICTRON 150V 100A y 02 inversores modelo Must Solar de 6kW.
- El costo total de nuestro SHEFV es de S/. 194,871.10

VI. Recomendaciones

- Es recomendable ejecutar un plan de mantenimiento a los dispositivos de nuestro método de generación híbrida.
- Se propone tener un registro periódico de los parámetros de funcionamiento de nuestro sistema generación, tales como potencia, energía entregada, voltajes, etc.

Referencias

- Adachi, Daisuke; IRIE, Tooru; Terashita, Toru. Solar Battery And Solar Battery Module. U.S. Patent Application No 15/856,911, 3 mayo 2018.
- Agustin Castejon, G. S. (S.F.). Instalaciones Solares Fotovoltaicas. España
- Barboza, Leanida Sánchez; STANESCU, Carmen Vásquez; Vilorio, Amelec. Políticas Públicas En El Sector Suministro De Energía E Indicadores Energéticos Del Desarrollo Sostenible En Latinoamérica. Revista Científica Compendium, 2018, Vol. 21, No 41.
- Chercca Ramirez, J. A. (2014). “Aprovechamiento Del Recurso Eólico Y Solar En La Generación Eléctrica Y La Reducción De Emisiones De CO2 En El Poblado Rural La Gramita De Casma”. Lima.
- Cortes, Jonathan Domínguez. ELABORACIÓN DE UNA ESTRATEGIA PARA EL DESARROLLO DE PROYECTOS DE GENERACIÓN DE ENERGÍA EÓLICA EN MÉXICO. 2016. Tesis Doctoral. INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL.
- De La Mora, Alejandro Romero. PRIMER REGISTRO DE MORTALIDAD INCIDENTAL DE Uta Stansburiana EN UN PARQUE EÓLICO EN MÉXICO. *Revista Latinoamericana De Herpetología*, Vol. 2, No 2, P. 94-97.
- Di Ruscio, Nicolás; BERTINAT, P. Archivos Por Etiqueta: Energías Renovables. *Archivos Por Etiqueta: Energías Renovables*, 2019, Vol. 3, No 4, P. 6.
- Diaz Corcobado, Tomas. Instalaciones Solares Fotovoltaicas. Mexico, 2008.
- Duque, Alejandro Parrado; PINTO, German Alfonso Osma; PLATA, Gabriel Ordóñez. INSTALACIÓN DE UN SISTEMA FOTOVOLTAICO EN EL EDIFICIO DE INGENIERÍA ELÉCTRICA DE LA UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER. *REVISTA COLOMBIANA DE TECNOLOGIAS DE AVANZADA (RCTA)*, 2019, Vol. 1, No 33.
- Fu, Qiang; WANG, Huawei; YAN, Xiaojing. Evaluation Of The Aeroengine Performance Reliability Based On Generative Adversarial Networks And

- Weibull Distribution. Proceedings Of The Institution Of Mechanical Engineers, Part G: Journal Of Aerospace Engineering, 2019, P. 5717
- Giddey, Sarbjit; BADWAL, Sukhvinder PS; JU, Hyungkuk. Polymer Electrolyte Membrane Technologies Integrated With Renewable Energy For Hydrogen Production. En *Current Trends And Future Developments On (Bio-) Membranes*. Elsevier, 2019. P. 235-259.
- Guerra Baeza, L. D. (2013). Estudio De Factibilidad Técnico/Económica De Un Sistema Híbrido De Generación De Energía Eléctrica Para Escuelas De Quinchao. Santiago De Chile.
- Him Díaz, M. (2013). Diseño De Un Sistema Híbrido De Generación Eléctrica A Partir De Fuentes Renovables De Energía [Caso De Boca De Lurá]. Panamá.
- Hualpa Mamani, M. T. (2006). Estudio De Factibilidad De Sistemas Híbridos Eólico Solar En El Departamento De Moquegua. Lima.
- Indeco. (S.F.). Catalogo De Cables NYY -DUPLEX.
- Ixtebe Portabelle, Cilveti. «Proceso De Creación De Una Planta Solar Fotovoltaica Conectada A Red.» Barcelona, 2010.
- J Almeida, M Alves-Pereira, P Nossa, The Impact Of Wind Turbine Noise On Health, European Journal Of Public Health, Volume 29, Issue Supplement_1, April 2019, Ckz034.060,
- Kabir, Ehsanul, Et Al. Solar Energy: Potential And Future Prospects. Renewable And Sustainable Energy Reviews, 2018, Vol. 82, P. 894-900.
- Keeley, William Scott. Fluid Turbine Semi-Shroud And Associated Rotor Blade Dual-Winglet Design. U.S. Patent No 10,202,961, 12 Feb. 2019.
- Kinnunen, Päivi. Towards Circular Economy In The Mining Industry: Implications Of Institutions On The Drivers And Barriers For Tailings Valorization: Master's Thesis. 2019.
- Lee, Minjong, Et Al. Opto-Electric Analog SRAM Device Based On Commercial Leds And Photodetectors. Journal Of The Korean Physical Society, 2019, Vol. 74, No 12, P. 1166-1170.

- Leitner, Martin; Aigner, Roman; GRÜN, Florian. Numerical Fatigue Analysis Of Induction-Hardened And Mechanically Post-Treated Steel Components. *Machines*, 2019, Vol. 7, No 1, P. 1.
- Martínez Mendoza, Eduardo; RIVAS TOVAR, Luis Arturo; VERA MARTÍNEZ, Paola Selene. El Sector Eólico En México Y España. *Perfiles Latinoamericanos*, 2019, Vol. 27, No 53.
- Mayorga Rubio, Pedro Et Al. Control Inteligente Para Mejorar El Rendimiento De Una Plataforma Semisumergible Híbrida Con Aerogeneradores Y Convertidores De Oleaje: Sistema De Control Borroso Para La Turbina. *Revista Iberoamericana De Automática E Informática Industrial*, [S.L.], V. 16, N. 4, P. 480-491, Sep. 2019. ISSN 1697-7920.
- MINEM, D. (2001). Código Nacional De Electricidad Suministro.
- Muñoz Anticona, Delfor Flavio. «Aplicación De La Energía Solar Para Electrificación Rural En Zonas Marginales Del País.» Lima, 2005.
- Navarro Flores, Alma. Análisis Hermenéutico De La Reforma Energética En El Sector Eólico En Materia Social Sobre Las Comunidades Locales. 2019.
- Nazir, Muhammad Shahzad, Et Al. Environmental Impact And Pollution-Related Challenges Of Renewable Wind Energy Paradigm—A Review. *The Science Of The Total Environment*, 2019, Vol. 683, P. 436-444.
- Noboa, Nicolas Larco; VIZCAÍNO, Marissa Durán. Estudio De Las Tecnologías Aplicadas Para La Recolección De Energía Solar, Directrices Para Educación En Ciencias. *Revista Akadèmeia*, 2019, Vol. 17, No 2, P. 65-80.
- Núñez Redhiben, Fabian Alonso. «Utilización De Sistema De Energías Renovables No Convencionales Híbrido Solar-Eólico, Aplicado Al Sistema De Iluminación Del Borde Costero De La Ciudad De Puerto Montt.» Chile, 2012.
- Ostapenko, O. P. Study Of Energy-Economic Efficiency Of Energy Supply Systems With Cogeneration Heat Pump Installations, Using The Heat Of The Industrial And Natural Sources, In Industry And Municipal Heat Power Branch Of Ukraine. *Social And Legal Aspects Of The Development Of Civil Society Institutions. Part I*, 2019, P. 292.

- Ouremchi, Mounir, Et Al. Li-Ion Battery Charger Based On LDO Regulator For Portable Device Power Management. En 2018 6th International Renewable And Sustainable Energy Conference (IRSEC). IEEE, 2018. P. 1-4.
- Páez, Armando. Energy - Urban Transition: The Mexican Case. Energy Policy, 2010, Vol. 38, No 11, P. 7226-7234.
- Peimani, Hooman. Financial Barriers To Development Of Renewable And Green Energy Projects In Asia. Handbook Of Green Finance: Energy Security And Sustainable Development, 2019, P. 1-21.
- Quishpe Gaibor, Jeverson Santiago; Galárraga Ortiz, Julio Alfonso. Análisis, Ético Y Social Para Integrar La Generación Distribuida En Las Redes Eléctricas. Observatorio De La Economía Latinoamericana, 2019, No Abril.
- Ramirez, Jacobo. Impacts Of Neoliberal Wind Energy Investments On Environmental Justice And Human Rights In Mexico. *Business And Development Studies: Issues And Perspectives*, 2019.
- Santa Cruz Santa Cruz, K. J. (2018). Diseño De Un Sistema Híbrido Eólico Fotovoltaico Para El Suministro De Energía Eléctrica Del Centro Poblado Nueva Esperanza Ubicado En El Distrito De Catache Santa Cruz - Cajamarca. Lambayeque.
- Schierloh, Rodrigo M.; VINCITORIO, Fabio M.; GODOY, José L. Iluminación Pública Sustentable Por Autogeneración Renovable Para Municipios Grandes Usuarios De Energía. *Libro De Resúmenes*, 2019, P. 31.
- Senamhi. (2003). Atlas De Energia Solar Del Peru.
- Senamhi. (2003). Atlas Eólico Del Perú.
- Servan Socola, J. (2014). Análisis Técnico-Económico De Un Sistema Híbrido De Baja Potencia Eólico Solar Conectado A La Red. Piura.
- Singh, Yaduvir; PAL, Nitai. Renewable Energy-Based Hybrid System. En *Advances In Interdisciplinary Engineering*. Springer, Singapore, 2019. P. 699.
- TECSUP. Generación De Energía Fotovoltaica.Pdf - TECSUP. S.F.

- Toapanta Aguilar, Rodrigo Sebastian, Y Jorge Lius Hidalgo Guerrero. «Análisis E Implementación De Una Pico Central Híbrida Solar Eólica Para Generar 500w En La Hacienda “La Merced” Ubicada En El Barrio Santa Ana Del Pedregal, Parque Nacional Cotopaxi En El Periodo 2014.» Ecuador, 2016.
- Unghoe, K. I. M. Electric Energy Storage Apparatus. U.S. Patent Application No 10/177,586, 8 Ene. 2019.
- Valdiviezo Salas, P. D. (2014). Diseño De Un Sistema Fotovoltaico Para El Suministro De Energia Electrica A 15 Computadoras Portatiles En La PUCP. Lima.
- Vargas Ynoñan, J. C. (2015). IMPLEMENTACIÓN DE MÓDULOS EÓLICO – SOLAR PARA LA GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA EN LA LOCALIDAD DE VALLE NUEVO – DISTRITO DE MOCHUMÍ. Lambayeque.
- Velásquez Céspedes, R. A. (2012). Proyecto De Instalacion Solar Fotovoltaica En El Departamento De Ingenieria Electrica De La Uniersidad Santiago De Chile. Santiago De Chile.
- Zhou, Shan, Et Al. Understanding Renewable Energy Policy Adoption And Evolution In Europe: The Impact Of Coercion, Normative Emulation, Competition, And Learning. Energy Research & Social Science, 2019, Vol. 51, P. 1-11.

Anexos

Anexo 1: Operacionalización de Variables

VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	INDICADORES	ESCALA
VARIABLE INDEPENDIENTE Sistema Híbrido Eólico Fotovoltaico	Un sistema híbrido es aquél que aprovecha dos o más fuentes de energía para Suministrar la energía requerida. (Pal y Singh, 2019, p.699)	Dimensionamiento y cálculos de los sistemas eólico y fotovoltaico.	Velocidad y dirección de Viento. Selección de aerogenerador (KW) Radiación Solar. Potencia y cantidad de paneles (KWp), Controladores, baterías (Ah), Inversores y Elementos de Protección.	Razón
VARIABLE DEPENDIENTE Suministro de Energía Eléctrica	El sistema de suministro eléctrico comprende el conjunto de medios y elementos útiles para la generación, el transporte y la distribución de la energía eléctrica.	Calcular la energía promedio diaria, así como la tensión de salida.	✓ Energía Promedio Diaria (W.h) ✓ Máxima Demanda (W) ✓ Tensión de Salida (V)	Razón

	Este conjunto está dotado de mecanismos de control, seguridad y protección (Ostapenko, 2019, p.293).			
--	--	--	--	--

Anexo 2: Guía de Observación

Fallo en Sistema	Número de veces de ingreso de Buses a Taller de Reparación de Empresa Transportes Chiclayo Año 2018																								
	Bu s 1	Bu s 2	Bu s 3	Bu s 4	Bu s 5	Bu s 6	Bu s 7	Bu s 8	Bu s 9	Bu s 10	Bu s 11	Bu s 12	Bu s 13	Bu s 14	Bu s 15	Bu s 16	Bu s 17	Bu s 18	Bu s 19	Bu s 20	Bu s 21	Bu s 22	Bu s 23	Bu s 24	Bu s 25
Fallo sistema de inyección diesel.	4	6	5	4	4	4	5	5	5	6	6	4	3	3	3	2	5	3	4	4	4	6	4	7	3
Fallo sistema de refrigeración del motor.	3	3	2	2	2	2	3	3	3	3	2	2	3	3	2	2	2	2	4	2	3	5	3	5	3
Fallo sistema Eléctrico.	3	3	4	3	4	3	2	4	4	4	3	3	3	3	3	3	4	4	5	3	5	2	2	2	3
Fallo caja de velocidades.	2	2	2	3	3	4	2	3	4	3	3	4	3	4	3	2	3	3	3	3	2	2	1	3	2
Fallo sistema de suspensión.	1	1	0	1	1	1	0	0	0	0	1	1	1	1	2	2	0	0	0	0	0	2	1	1	1
Fallo sistema de luces.	2	2	3	2	2	2	3	3	2	3	3	3	2	2	1	2	2	3	2	3	2	3	2	3	2
Fallo sistema de frenos.	3	3	3	4	4	4	5	3	3	4	4	2	2	2	4	3	3	2	3	4	4	4	3	2	3
Fallo en carrocería.	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	2	0	0	0	1
Fugas de aceite en motor, caja de dirección, sistema de transmisión.	6	5	7	4	6	5	6	7	4	4	6	8	3	3	5	7	4	6	3	5	6	3	6	6	4
Total de veces	24	25	26	23	26	25	27	29	26	27	28	27	20	21	25	23	23	23	24	24	28	27	22	29	22